

CLIPPEDIMAGE= JP407335630A  
PAT-NO: JP407335630A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 07335630 A  
TITLE: VACUUM PROCESSING DEVICE

PUBN-DATE: December 22, 1995

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
EDAMURA, MANABU

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
HITACHI LTD N/A

APPL-NO: JP06130119  
APPL-DATE: June 13, 1994

INT-CL\_(IPC): H01L021/3065; C23F004/00 ; H01L021/205

ABSTRACT:

PURPOSE: To enable a work to be controlled in temperature and temperature distribution by a method wherein a stage having such a structure that a gap between a wafer and the stage is irregular is used, mixed gas is introduced into the gap, and the gas is changed in a mixing ratio.

CONSTITUTION: A stage 3 electrostatically attracts a semiconductor wafer 4. The upside of the stage 3 is possessed of grooves 7 and a step. One of the grooves 7 is cut in the shape of a circle along the periphery of the stage 3, and the other groove 7 cut in the radial direction of the stage 3 communicates with the center stepped part. When He and Ar are introduced between the wafer 4 and the stage 3 as the wafer 4 is uniformly heated with plasma 13, the wafer 4 grows different in temperature distribution with a change in a mixing ratio between He and Ar. By this setup, a work can be uniformly heated up or cooled down, so that a semiconductor finer in size and higher in performance can be manufactured in a semiconductor process.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-335630

(43) 公開日 平成7年(1995)12月22日

(51) Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/3065				
C 2 3 F 4/00		D 9352-4K		
H 0 1 L 21/205				
			H 0 1 L 21/ 302	B
審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 5 頁)				

(21) 出願番号 特願平6-130119

(22) 出願日 平成6年(1994)6月13日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 枝村 学

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日

立製作所機械研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

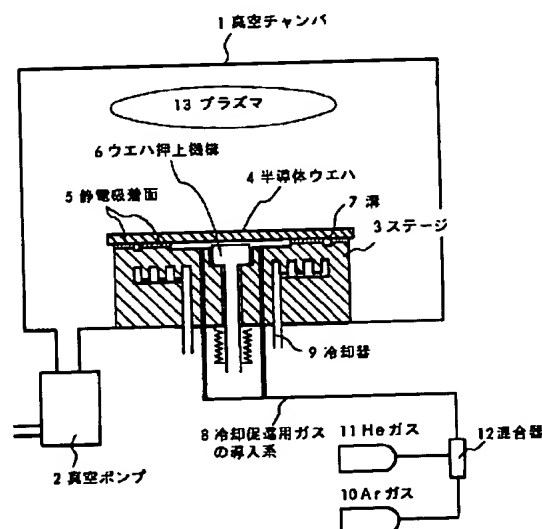
(54) 【発明の名称】 真空処理装置

(57) 【要約】

【構成】被処理物を保持したときに被処理物とステージ3の間の隙間が一定ではないような所定の構造の、加熱あるいは冷却機能を持つステージ3を用い、その隙間に熱伝導率のよいガスと悪いガスからなる混合ガスを導入する。ガスの混合比を変えることによって、被処理物とステージ3の間の熱通過率の分布を変化させ、被処理物の温度分布を変化させる。あるいは、被処理物とステージ3の間の接触面あるいは空間を複数の領域に分け、各領域のガスの圧力を個々に制御することにより被処理物の温度分布を変化させる。

【効果】真空処理装置によって、被処理物の均一な加熱冷却が実現でき、半導体プロセスでは、ウエハ温度を均一にすることができ、より微細で高性能な半導体が製造できるようになる。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】真空ポンプと真空チャンバと被処理物を保持するステージと前記ステージを加熱あるいは冷却する加熱冷却器を有する真空処理装置において、前記ステージと前記被処理物の間の接触面あるいは空間に複数種類のガスからなる混合ガスを導入し、前記ガスの混合比を変えることにより、前記被処理物と前記ステージの間の熱通過率を変え、前記被処理物の温度ならびに温度分布を制御することを特徴とする真空処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、被処理物の温度ならびに温度分布を制御することのできる真空処理装置に係り、特に、半導体製造装置において、プロセス中のウエハの温度制御するのに有用な真空処理装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、半導体デバイスは、ますます微細化、集積化が進んでいる。より精密な半導体デバイスを実現するためには、プロセスに影響するさまざまな条件を設定することが必要である。特に、プロセス中のウエハの温度は、最も重要なパラメータの一つであり、プロセス中のウエハ温度分布を均一化し、ウエハ温度を制御することが要求されている。

【0003】図9に半導体製造装置の代表例として、マイクロ波プラズマエッチング装置を示す。マイクロ波プラズマエッチング装置は、マグネトロンで発生させたマイクロ波によって、プラズマを励起し、プラズマのウエハに対する物理、化学作用によってエッチングを行う装置である。このようなプラズマエッチング装置では、処理中、ウエハは、プラズマによって加熱されるので、ウエハの温度を所望の温度に保つためには、ウエハを冷却する必要がある。ウエハを冷却するための第一の従来技術は、特公昭56-53853号、特公昭57-44747号公報に記載のように、冷却したステージにウエハを静電吸着して処理を行う方法がある。また、第二の従来技術は、特公平2-27778号、特開平2-30128号公報に記載のようにウエハをステージ上にクランプ等によって機械的に保持した状態で、ウエハとステージの間に冷却を促進するためのガスを導入して、ウエハの冷却を図る方法がある。さらに、第三の従来技術として、特開昭58-32410号、特開昭60-115226号公報のように、ウエハを静電吸着した状態で、ウエハとステージの間にガスを導入して、ウエハの冷却を図る方法がある。

【0004】これらの方法において、ウエハの温度は、プラズマからの入熱とステージとウエハの間の熱通過率によって決まる。第一の従来技術では、この熱通過率が十分でないためウエハを十分に冷却できないという問題がある。第二、第三の従来技術では、ステージとウエハの間のガス圧力は、ウエハの外周付近で低くなるので、プラズマからの入熱がウエハの面内で均一であっても、

ウエハには外周が高くなるような温度分布が生じるといふ問題がある。また、いずれの場合もプラズマからの入熱が均一でないときは、それに応じた温度分布が生じる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、被処理物の温度ならびに温度分布を制御し、温度分布を均一化することにある。

## 【0006】

- 10 【課題を解決するための手段】上記課題は、ウエハとステージの間の隙間が一様でないような構造のステージを用い、その隙間に混合ガスを導入し、ガスの混合比を変えることにより、被処理物の温度ならびに温度分布を制御することにより達成される。

【0007】あるいは、被処理物とステージの間の接触面あるいは空間を複数の領域に分け、各領域のガスの圧力を個々に制御することにより達成される。

## 【0008】

- 20 【作用】ウエハの温度と温度分布を制御し、温度分布を均一化できる。

## 【0009】

【実施例】本発明の一実施例を図1に示す。図において1は真空チャンバ、2は真空ポンプ、3は半導体ウエハ、4はステージ、5は静電吸着面、6はウエハの押し上げ機構、7は溝、8はガス導入系、9は冷却器、10はArガス、11はHeガス、12はガスの混合器、13はプラズマである。4のステージは、半導体ウエハを静電吸着する。また、ステージの上面は、溝ならびに段差を有する。溝7は、図2に示すように、ステージの外周にそって円形に掘ってあり、ステージの半径方向に掘られた溝で中央の段差部とつながっている。ウエハとステージの間の中心付近のガスの圧力を10Torrとし、チャンバ内の圧力を5mTorrとしたとき、ウエハとステージの間のガス圧力の分布は、図3のグラフのようになる。最外周では、ガス圧力は真空チャンバの圧力と等しくなる。ウエハがプラズマによって均一に加熱されるとき、ウエハとステージの間にHeとArの混合ガスを導入すると、その混合比によって、図4のような違ったウエハの温度分布となる。

- 40 【0010】このことを説明するために、まず、2平行平面間の熱通過率について説明する。数Torr程度のガス圧で、流量があまり大きくないとき、ウエハとステージの間の伝熱は、ほとんどが熱伝導である。ウエハとステージが対向しているとき、その間の熱伝導は、2平行平面間の熱伝導とみなせる。2平行平面間のガスの熱伝導による熱通過率 $C_g$ は、ガス分子の平均自由行程 $\tau$ と平面間の距離 $d$ の大きさの関係によって、ガス圧力依存性が異なる。 $d \ll \tau$ の場合、ウエハに当たったガス分子はウエハの熱をもらった後、ほかのガス分子に当たることなく
- 50 電極に達する。したがって、熱通過率は、ガス分子の数

が多いほど大きくなり、ガス圧に比例する。このときの熱通過率 $C_g$ は、圧力 $p$ に比例し、数1で与えられる。\*

$$C_g = \alpha \Delta p$$

式中で、 $\alpha$ は、平行な二面間のトータルの熱適応係数、 $\Delta$ は、自由分子熱伝導率である。次に、 $d \gg \tau$ の場合（連続体としての熱伝導）、ガスによる熱通過率 $C_g$ は、ガスの熱伝導率を $\lambda_g$ として、次式で与えられる。※

$$C_g = \lambda_g / d$$

HeとArガスについて、隙間 $d = 10 \mu\text{m}$ および $0.5 \text{mm}$ のときの熱通過率 $C_g$ と圧力 $p$ の関係は、図5のようになる。図5より明らかなように、圧力 $10 \text{Torr}$ で $d = 10 \mu\text{m}$ の場合、 $C_g$ は数1にしたがい、HeとArの間でほとんど変わらないのに対して、 $d = 0.5 \text{mm}$ の場合、同じ圧力でも、 $C_g$ は、数2にしたがい、一桁も値が異なることがわかる。

【0013】図3において、静電吸着面は、ウエハとステージの間に表面あらさによる微小隙間があるが、その隙間は微小なために、熱通過率は、数1にしたがい、HeとArで、ほとんど熱通過率が違わない。一方、段差によって、隙間を大きくした部分は、数2にしたがい、HeとArで熱通過率が大きく異なるために、HeとArの混合比によって、ウエハの温度分布が、図3のように変化する。したがって、混合比が1:1のときにほぼ均一な温度分布になるようにしておけば、混合比を変えることにより、周辺が高めの温度分布にしたり、中心部が高めの温度分布にしたりすることができる。また、プラズマの変化によって、ウエハへの熱の入りが変わってもガスの混合比を変えることによって、均一な温度分布にすることができる。用いるガスは、たとえばHeとArのように、高熱伝導率のガスと低熱伝導率のガスの組み合わせが良いが、特にこの2種の組み合わせに限定されるものではない。

【0014】図6に本発明の他の実施例を示す。図1に示した実施例では、あまり細かい温度分布の制御は不可能である。図6に示した実施例では、被処理物とステージの間を複数の領域に分け、個々の領域にガスの供給ラインと排出ラインを設ける。これらの領域の圧力を個々にコントロールすることにより、被処理物とステージの間の熱通過率を各領域ごとで変え、被処理物の温度分布を任意に変化させることができる。図7は、図6で示したステージを上面から見た図である。図6に示した実施例のように、各領域において、被処理物の温度を検出するセンサを設け、センサによって測定された被処理物の温度をフィードバックし、各領域の圧力を制御することによって、被処理物の温度分布を均一化することができる。

【0015】図8に本発明の更に他の実施例を示す。図6に示した実施例では、各領域毎にガスの供給ラインと★

\*【0011】

【数1】

…(数1)

※ガスの熱伝導率は、圧力に依存しないので、 $C_g$ も圧力に依存しなくなる。

【0012】

【数2】

…(数2)

★排出ラインを設けていたが、図8のように各領域間をバルブ等を介したコンダクタンス調整可能な流路で結合することによって、供給、排出ラインの数をへらすことができる。図8において、ガスは存在するが、流れがないとき、流路全体の圧力は等しくなるので、被処理物とステージの間の熱通過率は、どの領域もほぼ等しい。しかし、ライン1を供給側とし、ライン2を排出側とすると、ガスを流した場合、ライン1側の圧力が高くなる。このときの圧力の分布は、ガスの流量と流路間のバルブの開度でコントロールできる。（ただし、どう調整しても供給側の領域の圧力が一番高くなる。）これにより、被処理物とステージの間の熱通過率は、中央部で大きくなる。逆にライン2を供給側とし、ライン1を排出側とすると、逆の圧力分布となり、被処理物とステージの間の熱通過率は、周辺部で大きくなる。

【0016】

【発明の効果】本発明によれば、被処理物の均一な加熱冷却が実現でき、半導体プロセスでは、ウエハ温度を均一にすることによって、より微細で高性能な半導体が製造できるようになる。

【図面の簡単な説明】

30 【図1】本発明の実施例を示す断面図。

【図2】溝部の斜視図。

【図3】半導体ウエハとステージの間のガスの圧力分布図。

【図4】ガスの混合比による半導体ウエハの温度分布の違いを示す特性図。

【図5】2平面間の熱通過率と圧力の関係を示す特性図。

【図6】本発明の実施例を示す断面図。

【図7】本発明の実施例を示す平面図。

40 【図8】本発明の実施例を示す断面図。

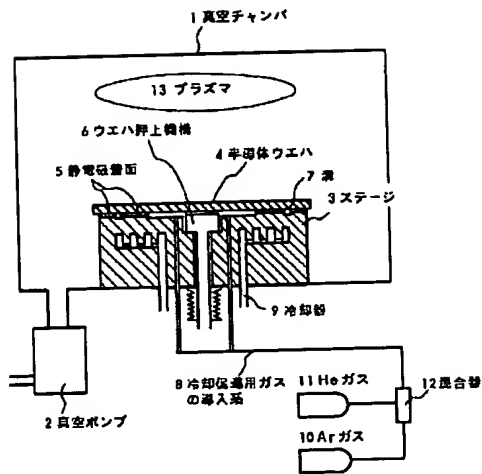
【図9】マイクロ波プラズマエッチング装置の説明図。

【符号の説明】

1…真空チャンバ、2…真空ポンプ、3…ステージ、4…半導体ウエハ、5…静電吸着面、6…ウエハ押し上げ機構、7…溝、8…冷却促進用ガスの導入系、9…冷却器、10…Arガス、11…Heガス、12…混合器、13…プラズマ。

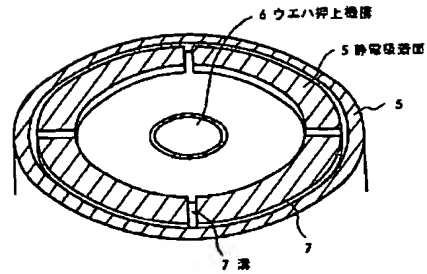
【図1】

図 1



【図2】

図 2

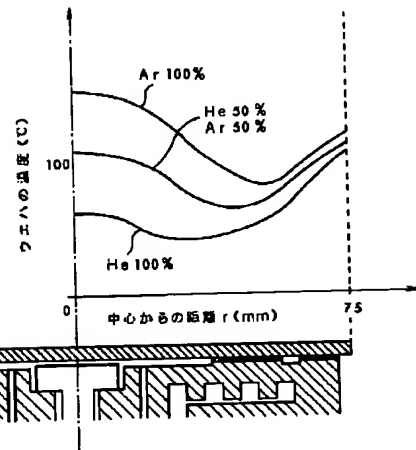
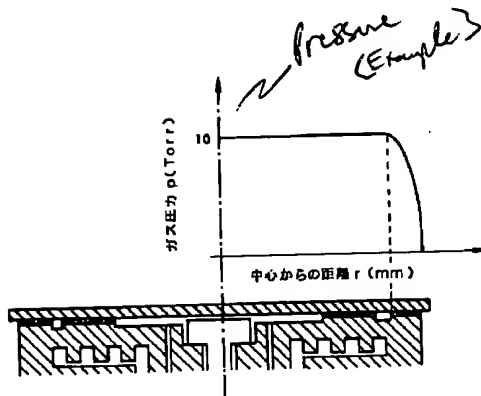


【図4】

図 4

【図3】

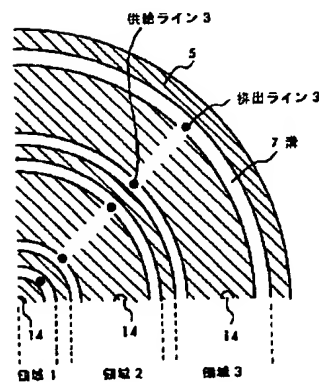
図 3



【図7】

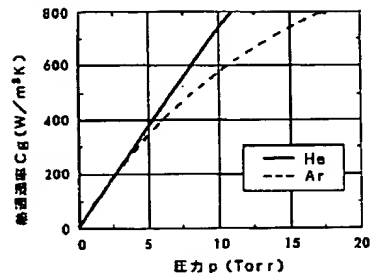
図 7

High Pressure → Low pressure  
FLOW

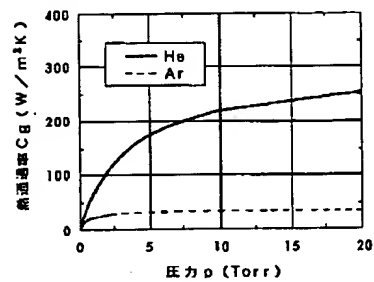


【図5】

図 5

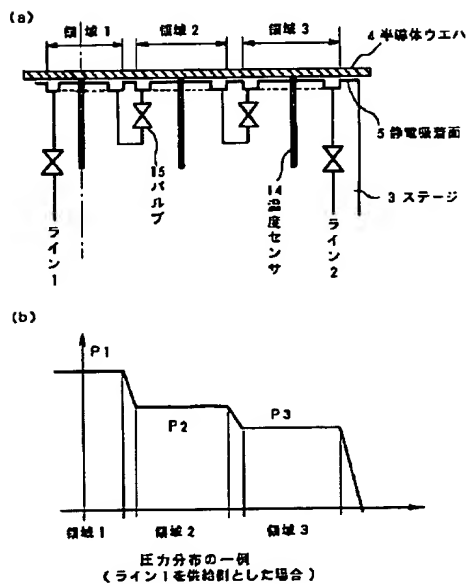
(a) 2面間の距離が10 $\mu$ mの場合

(b) 2面間の距離が0.5 mmの場合



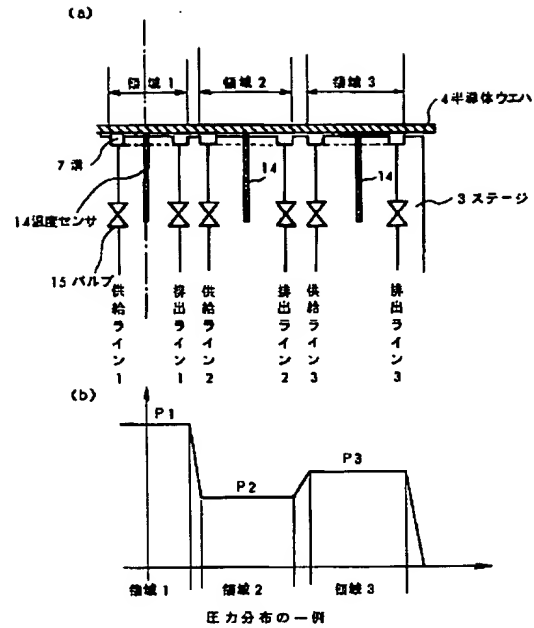
【図8】

図 8



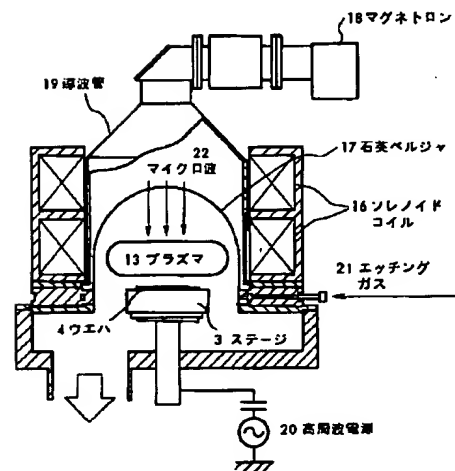
【図6】

図 6



【図9】

図 9



## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention relates to the vacuum processor which can control temperature distribution in the temperature row of a processed material, and relates to a vacuum processor useful although [ of the wafer in a process ] a temperature control is carried out in semiconductor fabrication machines and equipment especially.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, as for the semiconductor device, detailed-izing and integration are progressing increasingly. In order to realize a more precise semiconductor device, it is required to set up various conditions which influence a process. Especially the temperature of the wafer in a process is one of the most important parameters, the wafer temperature distribution in a process are equalized and it is required that wafer temperature should be controlled.

[0003] A microwave plasma etching system is shown in drawing 9 as an example of representation of semiconductor fabrication machines and equipment. A microwave plasma etching system is equipment which excites plasma by the microwave generated in the magnetron, and etches according to the physics to the wafer of plasma, and chemical action. In such a plasma etching system, during processing, a wafer needs to cool a wafer, in order to maintain the temperature of a wafer at desired temperature, since it is heated by plasma. The first conventional technology for cooling a wafer has a method of processing by carrying out electrostatic adsorption of the wafer on the cooled stage like the publication to JP,56-53853,B and JP,57-44747,B. Moreover, the second conventional technology is in JP,2-27778,B and the state which held the wafer mechanically by the clamp etc. on the stage like the publication to JP,2-30128,A, introduces the gas for promoting cooling between a wafer and a stage, and has a method of aiming at cooling of a wafer. Furthermore, as third conventional technology, like JP,58-32410,A and JP,60-115226,A, where electrostatic adsorption of the wafer is carried out, gas is introduced between a wafer and a stage and there is a method of aiming at cooling of a wafer.

[0004] In these methods, the temperature of a wafer is decided by the coefficient of overall heat transmission between the heat input and stage from plasma, and a wafer. With the first conventional technology, since this coefficient of overall heat transmission is not enough, there is a problem that a wafer cannot fully be cooled. with the second and third conventional technology, the gas pressure between a stage and a wafer becomes low near the periphery of a wafer, and even if the heat input from plasma is uniform in the field of a wafer, there is a problem that temperature distribution to which a periphery becomes high arise in a wafer Moreover, when neither of the cases has the uniform heat input from plasma, the temperature distribution according to it arise.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The purpose of this invention controls temperature distribution in the temperature row of a processed material, and is to equalize temperature distribution.

[0006]

[Means for Solving the Problem] The above-mentioned technical problem is attained by controlling temperature distribution in the temperature row of a processed material by introducing mixed gas into the crevice and changing the mixing ratio of gas using the stage of structure which is not uniform.

[0007] Or the contact surface or space between a processed material and a stage is divided into two or more fields, and it is attained by controlling the pressure of the gas of each field separately.

[0008]

[Function] The temperature and temperature distribution of a wafer are controlled and temperature distribution can be equalized.

[0009]

[Example] One example of this invention is shown in drawing 1 . drawing -- setting -- 1 -- a vacuum chamber and 2 -- a vacuum pump and 3 -- a semiconductor wafer and 4 -- a stage and 5 -- an electrostatic adsorption side and 6 -- a wafer -- pushing up -- a mechanism and 7 -- for a condensator and 10, as for helium gas and 12, Ar gas and 11 are [ a slot and 8 / a gas feed system and 9 / the mixer of gas and 13 ] plasma The stage of 4 carries out electrostatic adsorption of the semiconductor wafer. Moreover, the upper surface of a stage has a level difference in a slot row. As shown in drawing 2 , a slot 7 meets the periphery of a stage, and it has trenched circularly, and it is connected with the central level difference section in the slot radial [ of a stage ] was trenched. When the pressure of the gas near the center between a wafer and a stage is set to 10Torr(s) and the pressure in a chamber is set to 5mTorr(s), the distribution of the gas pressure between a wafer and a stage becomes like the graph of drawing 3 . In the outermost periphery, gas pressure becomes equal to the pressure of a vacuum chamber. If the mixed gas of helium and Ar is

introduced between a wafer and a stage when a wafer is uniformly heated by plasma, it will become the temperature distribution of a different wafer like drawing 4 with the mixing ratio.

[0010] In order to explain this, the coefficient of overall heat transmission between 2 parallel flat surfaces is explained first. It is gas \*\* about number Torr, and when a flow rate is not not much large, most of the heat transfer between a wafer and a stage is heat conduction. When the wafer and the stage have countered, it can be considered that heat conduction in the meantime is heat conduction between 2 parallel flat surfaces. Coefficient of overall heat transmission  $C_g$  by heat conduction of the gas between 2 parallel flat surfaces A gas pressure dependency changes with relation between the mean free path  $\tau$  of a gas molecule, and the size of the distance  $d$  between flat surfaces. The gas molecule which hit the wafer in  $d \ll \tau$  reaches an electrode in other gas molecules, after getting the heat of a wafer. Therefore, a coefficient of overall heat transmission becomes so large that there are many gas molecules, and is proportional to gas \*\*. Coefficient of overall heat transmission  $C_g$  at this time It is proportional to a pressure  $p$  and is given by several 1.

[0011]

[Equation 1]

$C_g = \alpha \lambda p$  -- (several 1)

In a formula,  $\alpha$  is a total accommodation factor for the second parallel page, and  $\lambda$  is free-molecule thermal conductivity. next, coefficient of overall heat transmission  $C_g$  according to gas the case (heat conduction as a continuum) of  $d \gg \tau$  the thermal conductivity of gas --  $\lambda$  -- it carries out and is given by the following formula Since it is not dependent on a pressure, the thermal conductivity of gas is  $C_g$ . It stops being dependent on a pressure.

[0012]

[Equation 2]

$C_g = \lambda g/d$  -- (several 2)

About helium and Ar gas, they are  $d = 10$  micrometers of crevices, and  $0.5\text{mm}$ . Coefficient of overall heat transmission  $C_g$  at the time The relation of a pressure  $p$  becomes like drawing 5 . clearer than drawing 5 -- as -- pressure  $10\text{Torr}$  -- the case of  $d = 10$  micrometers --  $C_g$  being hardly different between helium and Ar according to several 1 -- receiving --  $d = 0.5\text{mm}$  a case -- the same pressure --  $C_g$  1 figure is also known by that values differ according to several 2.

[0013] Although an electrostatic adsorption side has a minute crevice by surface roughness between a wafer and a stage in drawing 3 , the crevice follows eye a minute hatchet, a coefficient of overall heat transmission follows several 1, it is helium and Ar and a coefficient of overall heat transmission is hardly different. On the other hand, since a coefficient of overall heat transmission is large and the portion which enlarged the crevice changes by helium and Ar with level differences according to several 2, the temperature distribution of a wafer change with the mixing ratios of helium and Ar like drawing 3 . Therefore, if it is made to become almost uniform temperature distribution, or a core can make it higher temperature distribution. Moreover, even if how changes by change of plasma, it can be made uniform temperature distribution by changing the mixing ratio of gas. [ the heat to a wafer ] Like helium and Ar, although the gas to be used has a good combination of the gas of high temperature conductivity, and the gas of low-feeve conductivity, it is not limited to two sorts of especially these combination.

[0014] Other examples of this invention are shown in drawing 6 . In the example shown in drawing 1 , control of not much fine temperature distribution is impossible. In the example shown in drawing 6 , between a processed material and stages is divided into two or more fields, and the supply line and eccrisis line of gas are prepared in each field. By controlling the pressure of these fields separately, the coefficient of overall heat transmission between a processed material and a stage can be changed the whole field, and the temperature distribution of a processed material can be changed arbitrarily. Drawing 7 is drawing which looked at the stage shown by drawing 6 from the upper surface. The temperature distribution of a processed material can be equalized by forming the sensor which detects the temperature of a processed material in each field like the example shown in drawing 6 , feeding back the temperature of the processed material measured by the sensor, and controlling the pressure of each field.

[0015] The example of further others of this invention is shown in drawing 8 . combining between each field like drawing 8 in the passage through the bulb etc. in which conductance adjustment is possible, although the supply line and eccrisis line of gas were prepared for every field in the example shown in drawing 6 -- the number of supply and eccrisis lines -- a knife -- \*\*\*\*\* is made In drawing 8 , although gas exists, since the pressure of the whole passage becomes equal when there is no flow, every field of the coefficient of overall heat transmission between a processed material and a stage is almost equal. However, when it turned on the line 1 supply-side, the line 2 was made into the eccrisis side and gas is passed, the pressure by the side of a line 1 becomes high. The distribution of the pressure at this time is controllable by the opening of the flow rate of gas, and the bulb between passage. (However, however it may adjust, the pressure of the field by the side of supply will become the highest.) Thereby, the coefficient of overall heat transmission between a processed material and a stage becomes large in the center section. Conversely, if it turns on a line 2 supply-side and a line 1 is made into an eccrisis side, it will become reverse pressure distribution and the coefficient of overall heat transmission between a processed material and a stage will become large by the periphery.

[0016]

[Effect of the Invention] According to this invention, uniform heating cooling of a processed material can be realized and a more detailed and highly efficient semiconductor can be manufactured now by making wafer temperature uniform in a semiconductor process.



[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**